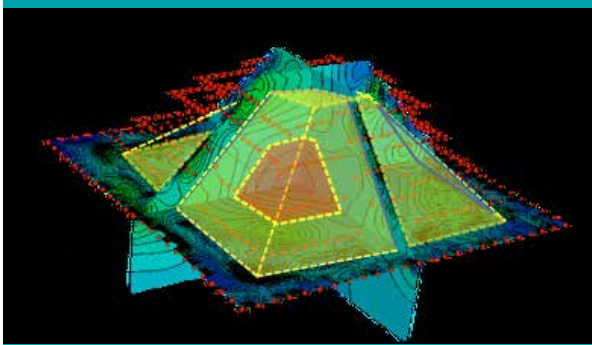




■ Tres pirámides sobre un cenote



unam
donde se construye el
futuro



3 Editorial

4 Ventana universitaria
El cerebro y las emociones
Yassir Zárate Méndez

7 Asómate a la ciencia
Preservación de pedregales
Yassir Zárate Méndez

8 Escienci@
Tres pirámides sobre un cenote
José Antonio Alonso García

12 Historia de la ciencia
Georges Cuvier.
Los orígenes de la paleontología
Yassir Zárate Méndez

14 Reseña
La ciencia del sueño
Yassir Zárate Méndez

A ver si puedes
Alejandro Illanes

Más recursos para ciencia y tecnología

En *El faro* hemos insistido en varias ocasiones sobre la necesidad de dotar de suficientes recursos a las instituciones dedicadas a la investigación científica. A unas semanas de que finalice este año, la precaria situación económica del país vuelve a pasarle factura a numerosos proyectos que se ven en la necesidad de acortar plazos o cancelar actividades.

A pesar de algunos tímidos esfuerzos del gobierno de la República para cumplir con lo dispuesto en la Ley General de Ciencia y Tecnología, que ordena a la administración federal poner a disposición de los actores que intervienen en el proceso de investigación científica y desarrollo tecnológico, los recursos suficientes para que puedan realizar su trabajo en las mejores condiciones posibles, lo cierto es que aún se está lejos de contar con una situación económica estable para estas tareas.

Investigadores y académicos coinciden en que la ciencia y la tecnología son dos poderosas herramientas para apalancar el crecimiento del país. Numerosos son los ejemplos de gobiernos que apostaron por la investigación de base y el desarrollo tecnológico, y que han logrado un alto grado de bienestar para sus sociedades.

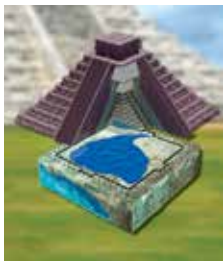
Una adecuada política pública en esta materia debe robustecerse con el blindaje de los recursos asignados para hacer ciencia. Resulta complicado planear un proyecto a mediano o largo plazo si en el horizonte se advierten nubarrones presupuestales que dificulten la travesía de las investigaciones.

En este número de *El faro* damos seguimiento a un proyecto que demuestra la capacidad de los científicos de la UNAM para generar nuevos conocimientos y herramientas, a contracorriente de las limitaciones. Nos referimos al trabajo desarrollado por investigadores del Instituto de Geofísica y de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional, que junto con personal del Instituto Nacional de Antropología e Historia, se han dado a la tarea de revelar algunos de los secretos que guardaba la pirámide de Kukulkán, a partir de una técnica novedosa ideada por este equipo de trabajo, conocida como tomografía de resistividad eléctrica.

A pesar del recorte económico que sufrió el proyecto, pudieron comprobar la presencia de una tercera pirámide debajo de dos estructuras más recientes, algo que sospechaban algunos arqueólogos, pero que carecían de los medios para comprobarlo. 

El faro

En portada



Hace más de mil años, los mayas construyeron una pequeña pirámide sobre un cenote. Siglos después, se superpuso una nueva edificación y ahora se ve el tercero de los monumentos sobre el cenote, la pirámide de Kukulkán o del Castillo.

DIRECTORIO

UNAM

El faro, la luz de la ciencia

Dr. Enrique Graue Wiechers
Rector

Patricia de la Peña Sobarzo
Directora

Dr. Leonardo Lomeli Vanegas
Secretario General

Yassir Zárate Méndez
Supervisor editorial

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
Secretario Administrativo

Sandra Vázquez Quiroz
Víctor Manuel Hernández Correa
Óscar Peralta Rosales
José Antonio Alonso García
Edgar Vergara Hernández
Colaboradores

Dr. William H. Lee Alardín
Coordinador de la
Investigación Científica

Paola Andrea Moreno Franco
Víctor Manuel Hernández Correa
Diseño gráfico y formación

CONTACTO

<http://elfaro.cic.unam.mx>

boletin@cic.unam.mx

Síguenos en:



Boletín El faro UNAM



@ElFaroUNAM

El faro, la luz de la ciencia, es una publicación mensual (con excepción de los meses de julio-agosto y diciembre-enero) de la Coordinación de la Investigación Científica. Oficina: Coordinación de la Investigación Científica, Circuito de la Investigación, Ciudad Universitaria, CP 04510 Ciudad de México. Teléfonos 5550 8834 y 5666 5201. Certificado de reserva de derechos al uso exclusivo del título, en trámite. Impresión: Infagon Web, S.A. de C.V. Domicilio: De la Alcaicería 8, Colonia Zona Norte Central de Abastos, C.P. 09040, Ciudad de México. Tiraje: 5,200 ejemplares. Distribución: Coordinación de la Investigación Científica, Ciudad Universitaria.

Prohibida la reproducción parcial o total del contenido, por cualquier medio impreso o electrónico sin la previa autorización.

El cerebro y las emociones

Yassir Zárate Méndez

El imaginario popular ha hecho del corazón la residencia de los sentimientos y de las emociones. Con el paso del tiempo, las neurociencias han aportado evidencia que apunta hacia el cerebro como generador del amor, la felicidad, la tristeza, los celos y el resto de sentimientos y emociones.

Contundente, la doctora Herminia Pasantes Ordóñez, investigadora emérita del Instituto de Fisiología Celular (IFC) de la UNAM, asienta que todo el espectro de las emociones y de los sentimientos se origina en el cerebro. Es gracias a la intensa vida de las neuronas que los seres humanos gozamos o padecemos con la felicidad, el amor, la tristeza o el desamor.

A partir de una charla que esta destacada neurocientífica ofrece como parte de su labor de divulgación, nos adentramos en la bioquímica del cerebro, un auténtico arquitecto del sentido y de la sensibilidad; de la sensatez y de los sentimientos. “Todas las preguntas, todas las respuestas están en el cerebro. Si no están en el cerebro, como en dónde estarían. Así que todo está en el cerebro. La filosofía del siglo XXI aún piensa que no están ahí, pero lo que pasa es que no lo entendemos todavía”, asienta.

La región del amor... y del desamor

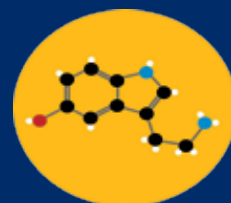
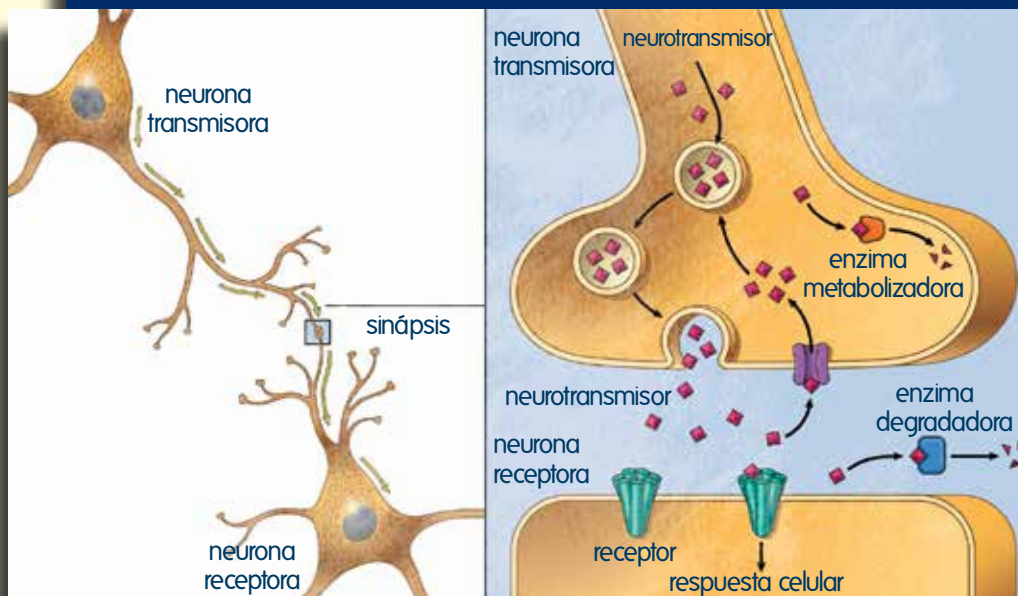
De manera puntual, la doctora Pasantes nos recuerda que la clave de la comunicación neuronal la tienen los

neurotransmisores, que permiten el contacto entre las células que componen el tejido nervioso. El delicado paisaje bioquímico de nuestro cerebro incluye a sustancias indispensables para la generación de las emociones y los sentimientos. En la lista destacan la dopamina, la epinefrina y la serotonina, siendo esta última a la que Pasantes Ordóñez asigna un papel relevante en la gestación de la felicidad, y, por su ausencia, en cuadros de depresión.

La investigadora del IFC nos recuerda que la región cerebral donde se percibe y se procesa la felicidad o la infelicidad, así como el resto de emociones, es un circuito plenamente identificado, y que fue descubierto gracias a uno de esos accidentes que suelen ocurrir en los laboratorios. Sin querer, investigadores canadienses que aplicaban un protocolo experimental a una rata, colocaron en el cerebro del animal electrodos en una zona distinta a la que planteaba la práctica. Lo que hizo la rata fue autoestimularse de una manera muy intensa. Los investigadores se dieron cuenta de la importancia que tenía esto. Y es que le producía tal placer al animal



Numerosas investigaciones han confirmado el papel decisivo que juega nuestro cerebro en la creación de emociones y sentimientos, como el del amor materno-filial.



Arriba. Se cree que la serotonina contribuye a los sentimientos de bienestar y felicidad. Regula los ciclos del sueño junto con la melatonina.

Izquierda. Niveles óptimos de neurotransmisores como la serotonina, la dopamina, la norepinefrina, por nombrar algunos, juegan un papel crucial en la calidad de vida. Los neurotransmisores son químicos, que transmiten señales a través de la sinapsis entre una y otra neurona. El balance óptimo de los niveles de los neurotransmisores nos permite controlar adecuadamente la ansiedad, los desórdenes del estado de ánimo asociados con estrés crónico y tendencias genéticas.

de prueba, que no podía dejar de oprimir la palanca que estaba conectada a su cerebro. Fue así que los neurocientíficos comenzaron a rastrear dónde ocurría el estímulo. Volvieron a poner electrodos en otras áreas, hasta que dieron con el punto exacto. De este modo se estableció lo que se llamaba inicialmente el circuito del placer, “pero como eso del placer no sonaba muy científico, le cambiaron el nombre por circuito de recompensa, que es como se le conoce actualmente. Todo lo que nos causa felicidad o infelicidad va a ser registrado en esta zona, cuyo nombre científico es el circuito mesolímbico orbital”, puntualiza. Este grupo de neuronas no están en la corteza, sino que se ubican un poco debajo de ella; dicho circuito se descubrió hace unos cuarenta años.

Pasantes Ordóñez expone que la felicidad puede originarse por muchas razones, aunque la mayoría viene del exterior. “Son estímulos del entorno los que nos hacen felices. O infelices. Esos estímulos son los que nos generan una emoción positiva o negativa. Hay condiciones en las que se puede obtener felicidad independientemente del entorno. Y eso es lo que hacen las drogas, que han ayudado a los neurobiólogos a entender cómo se procesa la felicidad en el cerebro”, concluye.

Comunicación interneuronal

Todo lo que pasa en el cerebro está mediado por la comunicación entre células, recalca la investigadora, quien puntualiza que las neuronas tienen un cuerpo, ramificaciones y una prolongación larga, a través de la cual mandan un mensaje a la neurona a la que le quieren decir algo.

“De este modo establecen comunicación entre ellas. Al terminar esta prolongación hay como un ensanchamiento, donde ocurre la comunicación entre las neuronas. Cuando una quiere ponerse en contacto con otra, va a liberar un neurotransmisor, que está almacenado en la célula. El neurotransmisor interactúa con una molécula en la neurona que recibe el mensaje y que se llama receptor. Así, se libera el neurotransmisor y la neurona se conecta de manera específica con el receptor”, abunda.

De manera sencilla, la doctora Pasantes resalta que se puede decir que este proceso es como la relación de una llave con una cerradura. La llave es el neurotransmisor y solo va a poder abrir la cerradura de un receptor determinado.

“Así se hace la comunicación, que es la base de todo lo que se les pueda ocurrir. Pero esta comunicación tiene que regularse con cuidado, porque si es una comunicación demasiado intensa o demasiado prolongada, hay problemas muy importantes desde el punto de vista conductual”, apunta. Como ejemplo, cita el caso de la esquizofrenia, “que es una enfermedad devastadora”, y que en parte tiene que ver con un exceso de comunicación entre ciertas neuronas que utilizan un neurotransmisor específico.

El cerebro maneja todo el proceso de una manera muy eficiente, a través de moléculas que son los transportadores, que están encargados de sacar al neurotransmisor de la zona de comunicación y llevárselo a otro lado. “Lo que hacen es meterlo en la neurona, o donde sea, para luego sacarlo de ahí. Es como si fuera un transporte que se va a llevar a los neurotransmisores: si ya no hay neurotransmisores, ya no hay comunicación. Los neurotransmisores no son muchos; para todo lo que hace el cerebro no son muchos”, reconoce. En la lista de los que tienen que ver con las emociones se encuentran la dopamina, la norepinefrina y la serotonina.

El espejismo de las drogas

De acuerdo con la doctora Pasantes, la estructura química de las drogas consigue engañar al cerebro, para generarle una sensación de bienestar. En la lista incluye a sustancias como las anfetaminas, metanfetaminas, cocaína, heroína, éxtasis y marihuana.

De entrada, explica que las anfetaminas tienen el efecto de incrementar la comunicación entre las neuronas. “Y eso debe evitarse”, advierte. Y añade que “los neurobiólogos hemos aprendido mucho de los mecanismos que generan emociones a través de las drogas psicoactivas”.

Para la investigadora del IFC es de llamar la atención el origen tan diverso de estas sustancias, ya que “pro-

vienen de los lugares más disímbolos". Lo mismo de un árbol en Perú o Bolivia, que es el caso de la coca; de un cactus, en pleno desierto en San Luis Potosí; de un cultivo de amapola en Afganistán; de un plantío de marihuana en Oklahoma; de unos hongos en la sierra de Oaxaca; o de un laboratorio donde estaban haciendo un jarabe para la tos. "Vienen de lugares rarísimos", asienta.

Como se puede apreciar, muchas de estas drogas están en las plantas. "¿Cómo es posible que algo que está en una planta nos produzca felicidad? Bueno, pues porque se parecen en su estructura a los neurotransmisores", sostiene. Así, las moléculas de las metanfetaminas son semejantes a los neurotransmisores que tienen que ver con las emociones. "Lo que hacen las drogas es suplantar a los neurotransmisores", acota.

Al ahondar en el tema, resalta el parecido entre la mescalina, que es el principio activo del peyote, y la norepinefrina. "Es impresionante la similitud de algo que forma parte de un cactus que está en San Luis Potosí, con un neurotransmisor que nos permite sentirnos felices o infelices; que nos hace estar ansiosos; que tiene que ver con todo lo que se relaciona con el cerebro y las emociones".



Como nos advierte la doctora Herminia Pasantes Ordóñez, la composición química de las drogas cumple funciones similares a algunas de las sustancias bioquímicas que hay en nuestro cerebro. Gracias a eso generan una amplia gama de sensaciones, casi siempre placenteras, que logran engañar a este órgano.

Por si esto fuera poco, apunta el caso de la psilocibina, "que también es impresionante". Esta es una sustancia presente en un hongo "que crece allá en la sierra de Oaxaca. Por los años cincuenta fueron famosísimos estos hongos, que les decían alucinógenos. Un hongo es como nada, es como agua, como chicle. ¿Cómo es posible que un hongo tenga una sustancia que sea tan parecida a un neurotransmisor que va a afectar el funcionamiento del cerebro?", plantea la doctora Pasantes.

Por otra parte, apunta que una porción de la molécula del LSD es muy parecida a la serotonina, mientras que la cocaína ayuda a aumentar la autoestima gracias a su estructura química, que suplanta al neurotransmisor respectivo. "Todas estas cosas las producen la cocaína y las anfetaminas porque bloquean el transportador de la dopamina y la norepinefrina en ese circuito del cerebro. Al bloquear al transportador no se puede remover al neurotransmisor de esta zona, entonces la conversación entre las neuronas se prolonga y es más intensa, y por ese efecto es que se tienen todas estas sensaciones que son verdaderamente muy interesantes", expone la investigadora universitaria. El peligro con las anfetaminas es que si se toman durante mucho tiempo, crean un cuadro sicótico indistinguible de la esquizofrenia.

Todas las drogas operan en el circuito de recompensa, y por tal motivo producen felicidad. Y todo estaría muy bien con las drogas, si no hubiera el problema de la adicción, finaliza. 



El hipocampo es un pequeño órgano situado dentro del lóbulo temporal intermedio del cerebro y forma una parte importante del sistema límbico, la región que regula las emociones. El hipocampo se asocia con la memoria de largo plazo.

Preservación de pedregales

Yassir Zárate Méndez

Ecosistemas como la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel ofrecen numerosas oportunidades de investigación, pero también la posibilidad de recuperar, preservar y restaurar su amplia biodiversidad.

La doctora María del Pilar Ortega-Larrocea, del Departamento de Edafología del Instituto de Geología de la UNAM, explica a **El faro** que su investigación consiste en trabajar con microorganismos benéficos del suelo, incluida una amplia gama de hongos micorrízicos. La singularidad de algunos de sus proyectos consiste en identificar la relación simbiótica desplegada entre los hongos y las orquídeas, a las que describe como “un grupo de plantas muy particular”. Los hongos micorrízicos ayudan a las orquídeas a establecerse en la naturaleza, a germinar en el suelo y a desarrollarse.

Además de este proyecto, la investigadora apunta que en el Departamento de Edafología también se dedican a la rehabilitación de zonas degradadas o impactadas por factores humanos.

Protección de pedregales

Al respecto, la doctora Ortega-Larrocea nos explica que su equipo de trabajo tiene una línea de restauración dentro del programa de protección de pedregales, que consiste en “conservar un pedregal remanente que tenemos en los institutos de Geología y Geografía. Este pedregal, que tiene 352 metros cuadrados, nos permite también hacer investigación científica para aplicarlo como modelo a la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA)”.

Dicho pedregal adyacente, al que han denominado geopedregal, está protegido dentro del programa de adopción de pedregales de la Reserva. Para ello, hace tres años se firmó un acuerdo entre ambos institutos, la Coordinación de la Investigación Científica y la secretaría de la REPSA. “Es un pequeño espacio en el que hemos empezado a medir todos los parámetros posibles: infiltración, regulación hídrica, capacidad calórica, contaminación, captura de carbono, recarga del acuífero, modelos dinámicos de población nativa y población invasora, lo que nos permite involucrar a la docencia en varios niveles. Es un lugar que tiene todos los elementos de la reserva ecológica”, asienta la investigadora.

Sobre este punto, hizo un llamado a la comunidad, “para hacer conciencia de que ahorita ya no tenemos muchas opciones, sobre todo las personas que estamos en la ciudad. Tenemos que empezar a cambiar nuestra manera de ser y de pensar. Conservar las áreas verdes y los pedregales dentro del campus tiene que ser prioritario. Concientizar a la población universitaria sobre la importancia que tienen estas islas”, asintió.

Cuidado de la REPSA

Otro estudio desplegado por este grupo de investigación abarca a plantas y árboles para medir la captura de car-

bono en la hojarasca. “Tratamos de ver cuáles contaminantes se están adhiriendo a la superficie de las hojas para que nos permitan diagnosticar la función que tienen los árboles dentro de la reserva urbana y también en los pedregales que han quedado fragmentados en el campus. Así también podemos valorar los servicios ecosistémicos, como cuánta captura de carbono se tiene, cuánta conservación de biodiversidad, cuánta filtración a mantos freáticos y cuánta temperatura hay”.

Una línea de investigación adicional se vincula con el estudio de las orquídeas que hay en la REPSA, tema tratado con anterioridad en **El faro**, en nuestro número especial 184-185. Sobre ese asunto, asienta que la Reserva se considera un refugio de la biodiversidad de las orquídeas del Valle de México.

“Tenemos a estas más de 17 especies que aquí se encuentran en un estado bastante bueno. Sin embargo, algunas de ellas se han visto impactadas por las fragmentaciones. Por ello debemos empezar a hacer estudios de demografía, de germinación *in situ*, de casos de recuperación, más en el momento en que ahora se reconoce que los polinizadores, como las abejas, son una parte muy frágil”, resalta Ortega-Larrocea.

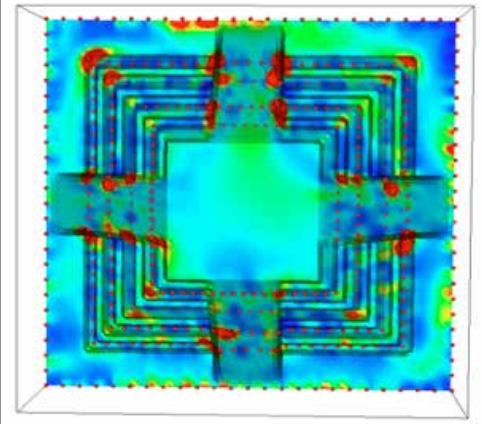
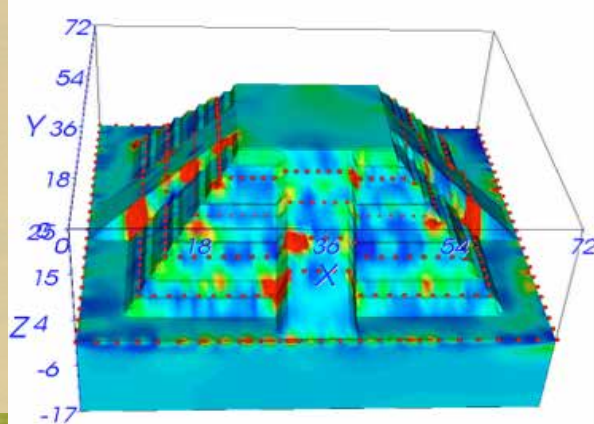
Si bien la investigadora externa que escapa de sus manos el control de los factores ambientales que están impactando directamente a polinizadores como las abejas, resalta que tiene como tarea “la conservación de algunas de las plantas que las abejas polinizan, y no nada más las abejas, sino también aves como los colibríes y muchas otras especies”. Y agrega que todo tipo de factor antropogénico, como los incendios o la contaminación ambiental “siempre va a impactar en cualquier tipo de especie biológica. Hay algunas que son más resilientes, y entonces pueden tener un grado de amortiguación mayor”. Sobre este punto, advierte que hay algunas orquídeas que están muy amenazadas, por lo que no se recupera su población tan fácilmente y están en declive. “Lo que nos preocupa es que no haya diagnósticos demográficos”, concluye. 

Tres pirámides sobre un cenote

José Antonio Alonso García

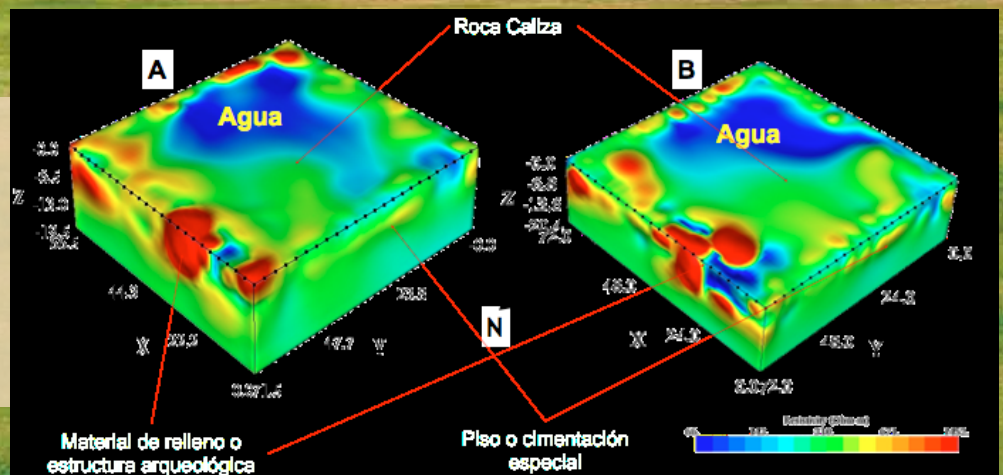
Fue una noticia impactante. En agosto del año pasado se dio a conocer que bajo la pirámide de Kukulcán en Chichén Itzá había un cenote, de unos 20 metros de profundidad y entre 20 y 25 de ancho.

Resultados obtenidos al investigar 5 de los 10 niveles de la pirámide. El color azul muestra valores bajos de resistividad que se asocian a zonas de mucha humedad. El color rojo indica zonas de muy alta resistividad, asociada a los efectos de las escalinatas. Esto se aprecia en la vista lateral de la cara sur (A). Observando el modelo desde arriba, se ven en color rojo efectos del apuntalamiento de las escalinatas. En la parte superior, en color verde (resistividades medias), se revela el material de relleno, conformado por roca caliza.





Resultados de los estudios de octubre de 2014 (A) y 2015 (B). La posición y profundidad de la cavidad en ambas interpretaciones es la misma, sin embargo la cantidad de agua parece ser menor en (B). Esto puede deberse a diferencias en el flujo de agua subterránea debido a las lluvias.



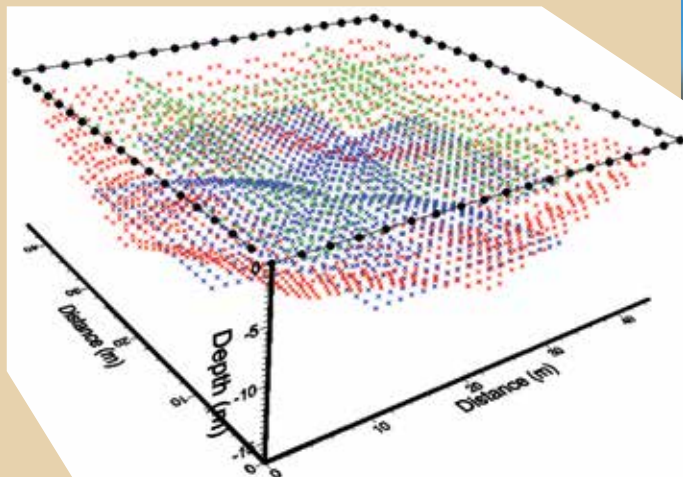
Los autores de este gran hallazgo científico forman parte de un grupo de trabajo interdisciplinario del Instituto de Geofísica (IGf) y de la Facultad de Ingeniería (FI) de la UNAM, así como del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).

La metodología consistió en aplicar una técnica ya probada por el equipo en el centro de la ciudad de Morelia, así como en las delegaciones Iztacalco e Iztapalapa de la Ciudad de México y en un pequeño sitio arqueológico del estado de Hidalgo. Se trata de la tomografía de resistividad eléctrica, que consiste en inyectar una corriente eléctrica a través de electrodos en el objeto de estudio para conocer sus propiedades resistivas mediante la diferencia de potenciales eléctricos, a través de un programa de cómputo desarrollado por el propio equipo universitario.

La exploración se efectúa con cuatro detectores, dos de corriente y dos de potencial, y a cada uno la herramienta informática le asigna un punto de profundidad. El posterior análisis con el programa creado por el equipo de la UNAM revela la diferencia de potencial y, consecuentemente, la resistividad del terreno.

Ver a través de la corriente eléctrica

Para “comprobar resultados”, René Chávez Segura, Gerardo Cifuentes Nava y Esteban Hernández Quintero, del IGf; Andrés Tejero Andrade, de la FI; y Dennise Argote, del INAH, organizaron una nueva ex-



La imagen muestra las observaciones realizadas al interior de cada cuerpo del monumento. En este caso se refleja el nivel 10, que corresponde a la superficie de desplante de la pirámide y consta de casi 9,000 puntos de resistividad medidos.

Construcción primigenia

La tomografía eléctrica tridimensional indica que esta subestructura rectangular mediría 10 metros de alto, más un adoratorio en la parte superior, por 12 metros en los lados norte y sur, y 18 metros en las caras este y oeste. Esta primera construcción corresponde a la época de los llamados mayas puros, y fue erigida entre los años 550 y 800. Los mayas puros fueron el grupo cultural original, que apenas tuvo contacto con otras civilizaciones; a partir del siglo VIII empezaron a recibir la influencia de las culturas del centro de México. Cuenta con escalinatas, muros y columnas y un adoratorio en la parte superior de unos tres metros de altura.



ploración para este 2016. Aunque como señala Chávez Segura, estuvieron “a punto de no hacer la comprobación por problemas en el recorte económico del proyecto. La crisis económica nacional también repercutió en recortes en la Universidad”.

Eso y algunos obstáculos más retrasaron el proyecto, pensado inicialmente para mayo, en plena temporada de lluvias. En el entretanto, recibieron una inesperada solicitud de los arqueólogos de Chichén Itzá. “Si pudieron descubrir un cenote ‘viendo’ por debajo de la pirámide, ¿no pueden ‘ver’ ahora hacia dentro de la pirámide?”, recuerda el investigador.

En la primera exploración nada más habían requerido colocar un solo grupo de detectores alrededor de la pirámide, una labor relativamente fácil, sencilla y rápida. Sin embargo, ahora tendrían que compaginar varios grupos de detectores sobre los nueve niveles de la pirámide y lograr que las señales visualizadas en el equipo de cómputo se diferenciaron unas de otras y describieran la resistividad y las profundidades correctas. Fue una ardua labor de reprogramación del equipo y de creación de una metodología y soporte informático propios, a cargo de Andrés Tejero y Gerardo Cifuentes.

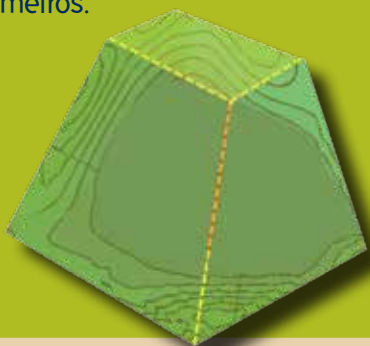
En octubre, época de secas, volvieron los investigadores a Chichén Itzá con media tonelada de equipo. La pirámide tiene nueve basamentos, y la planificación requería colocar los detectores sobre cada uno. Durante semana y media estuvieron inyectando corriente eléctrica a través de los electrodos al interior de la construcción y acumulando información.

Mucha información y pocos recursos

Empezaron en la parte superior, donde está el templo. “Allí colocamos los primeros detectores y luego los fuimos bajando”. Fue fácil adosar las placas-electrodos en

Estructura intermedia

En el primer tercio del siglo XX se restauró la pirámide de Kukulkán y se excavó un túnel de exploración en su basamento. Intuían los arqueólogos que podía contener otra pirámide. Y efectivamente la hallaron. Esta construcción solo tiene una escalinata, en su lado norte, rematada con un templo, donde hay un hermoso jaguar de color rojo y un Chac Mool. Hasta hace algunos años los visitantes de la zona arqueológica podían ingresar a este espacio, pero actualmente ya no está abierto al público. Su altura es de unos 20 metros.

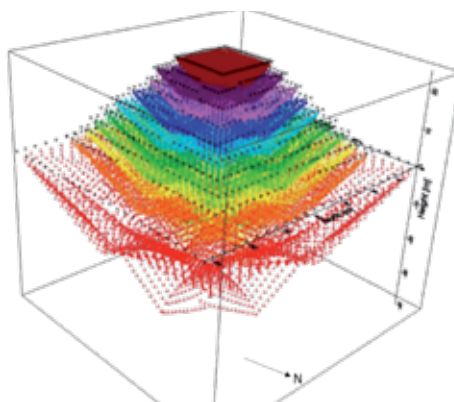


las caras norte y oeste de la pirámide porque están reconstruidas, lisas, planas; sin embargo, en las caras este y sur, que no están reconstruidas, tuvieron que sortear muchas dificultades para instalarlas correctamente.

La información que iban recolectando era tan ingente que al poco tiempo de iniciadas las labores se dieron cuenta de que no solo el tiempo era su enemigo, sino también la capacidad del equipo de cómputo del que disponían para realizar el proyecto. Esta última circunstancia aconsejó recabar toda la información del monumento, aunque su análisis no fuera inmediato sino posterior.

“La computadora se programa para que tome los datos de tal manera que la información provenga como de dentro de un cubo de trabajo. Tenemos diferentes tipos de arreglos, formas o secuencias de medición, de tal suerte que podemos obtener varios tipos de mediciones. En los diez días de trabajo logramos obtener 37,539 puntos de arriba para abajo”, detalló.

Los investigadores tienen un aliciente, pues confían en que en los próximos meses ya dispondrán de un equipo de cómputo lo suficientemente potente para procesar la gran cantidad de información obtenida de los nueve niveles y del basamento. De esta forma podrán precisar la información de los tres objetos ocultos bajo el monumento: el cenote y las dos pirámides. Será en la primavera de 2017 cuando esperan finalizar el análisis de toda la información con los nuevos programas y equipo.



Totalidad de los puntos de resistividad medidos al interior de la construcción (puntos en color), que corresponden a la ‘iluminación’ interna de la pirámide. Cada color representa las observaciones hechas en cada cuerpo. Se obtuvieron 37,539 puntos de observación. Los puntos negros indican la posición de los electrodos en cada nivel.

Al aplaudir frente a la escalinata NNE se produce “el canto del quetzal”, efecto acústico resultante del rebote del sonido contra los escalones, lo que genera un eco semejante al canto de esa emblemática ave.

En los equinoccios de primavera y otoño, al atardecer, la escalinata norte deja ver siete triángulos de luz, como resultado de la sombra que proyectan las nueve plataformas durante el ocaso. Durante 10 minutos va descendiendo del templo una serpiente de luz que culmina en la cabeza que adorna la base de la escalinata. 📺

Pirámide de Kukulkán

La erigieron los mayas itzaes hacia el siglo X en la que era su principal ciudad, Chichén Itzá. Cuenta con nueve basamentos, una escalinata en cada una de sus cuatro fachadas y un templo que corona la parte superior. Mide 30 metros de altura y en su base tiene 55 metros de lado.

Cada escalinata consta de 91 escalones, que suman un total de 364 y tomando en cuenta la plataforma superior del templo da un total de 365, cifra que representa los días del calendario maya solar anual. En la pirámide veracruzana de El Tajín este número calendárico está representado por los nichos del monumento.



Georges Cuvier.

Los orígenes de la paleontología

Yassir Zárate Méndez

En su momento, Georges Cuvier fue uno de los más influyentes naturalistas del mundo. Su trabajo lo llevó a entrar en contacto con personajes como Thomas Jefferson y Alexander von Humboldt. Gracias a sus investigaciones se sentaron las bases de la paleontología.

Hace muchos años, los gigantes abundaban en la tierra. De Mesoamérica a Grecia; del norte de África al Cercano Oriente, y de ahí hasta China, pasando por la India, las más diversas culturas relatan historias protagonizadas por seres descomunales. ¿Qué dio sustento a esas narraciones? Veamos un ejemplo.

En la antigua Grecia, se guardaba un enorme trozo de marfil que se supone era el omóplato de Pélope, un héroe que fue descuartizado por su padre y servido en un banquete a los dioses. Advertidos del engaño, los comensales devolvieron a la vida al joven, aunque no pudieron restaurar parte de su hombro, por lo que lo sustituyeron con un enorme trozo de marfil, el mismo que acabaría en un templo de Olimpia, la ciudad de los Juegos, donde era venerado.

Ahora se piensa que el supuesto omóplato de Pélope pudo ser un hueso de mamut, “profusamente pulido, lo que explicaría su aspecto de marfil”, relata Héctor T. Arita en *Crónicas de la extinción. La vida y la muerte de las especies animales*. De ese libro retomamos una palabra: extinción, clave en la obra del personaje que ahora nos convoca: Georges Cuvier.

Un naturalista en una época turbulenta

Leopold Chrétien Frédéric Dagobert Cuvier nació el 23 de agosto de 1769, en Montbéliard, Francia, “en una familia protestante de la región, que pertenecía por entonces al Duque de Wurtemberg”, refiere Eric Buffetaut, del Centre National de la Recherche Scientifique, de París. A pesar del nombre con el cual fue bautizado, la familia lo llamaba Georges, que era el nombre de un hermano suyo nacido con anterioridad y que murió en la infancia. Aunque la familia carecía de riquezas, los contactos del padre, que había sido soldado de fortuna, ayudaron a que el joven Georges ingresara a la Academia Carolina, de Stuttgart, en 1784, con miras a incorporarse al servicio civil en alguno de los cientos de principados alemanes que había en la época.

Antes de su ingreso a la universidad, a los doce años había comenzado a leer los volúmenes que se habían publicado hasta ese momento de la *Historia natural*, de Buffon. “Georges quedó fascinado por aquella obra y se pasaba horas absorbiendo leyéndola, saliendo también al campo para recoger sus propios especímenes; sin embargo, nada permitía pensar en aquel momento que algún día pudiera ganarse la vida como naturalista”, refiere John Gribbin en *La historia de la ciencia*.

Para 1788 había concluido sus estudios universitarios, pero no vio recompensados sus esfuerzos con la obtención de un cargo público. De vuelta en Francia, aceptó un empleo en Caen, Normandía, ofrecido por el marqués d'Héricy,



quien buscaba un instructor para su hijo Achille. Eran tiempos revueltos, a los que Cuvier supo adaptarse muy bien.

Al parecer, la toma de La Bastilla tuvo un impacto muy tenue en la vida cotidiana de la gente de Caen. La agitación que se vivía en París se antojaba distante, por lo que Cuvier pudo continuar sus investigaciones en botánica y zoología, que había iniciado desde su estancia en Alemania. La situación cambió cuando se radicalizó la Revolución bajo el periodo conocido como el Terror. Parte de las propiedades del marqués d'Héricy pasaron a manos del gobierno revolucionario, aunque lograron salvar la vida.

Retirado en la residencia de verano de Fiquainville, Cuvier “tuvo la oportunidad de convertirse en un auténtico naturalista de campo, siguiendo deliberadamente el camino abierto por Linneo, con la identificación y la descripción de cientos de especies. Esto le animó a desarrollar sus propias teorías sobre el modo en que tendrían que clasificarse las especies y sobre las relaciones entre los diferentes tipos de animales y plantas”, refiere Gribbin.

Fue entonces que comenzó un intenso intercambio epistolar con los naturalistas más importantes de Francia, así como la publicación de sus primeros trabajos en los diarios del país, lo que fue granjeándole un nombre en el medio. Gracias a sus buenos oficios con el nuevo régimen, obtuvo un cargo en el Museo de Historia Natural de París, una de las más prestigiosas instituciones científicas de su tiempo.

Anatomía comparada y clasificación de los seres vivos

Instalado en la capital francesa, Georges Cuvier pudo continuar con sus trabajos anatómicos. Gracias a cientos de disecciones, pudo advertir semejanzas en la estructura de los animales que estudiaba. Así, después de varios años de investigaciones, y con un sólido respaldo basado en la observación, sentó las bases de la anatomía comparada.

Como explica la divulgadora española Nuria Martínez Medina, “el desarrollo de la anatomía comparada, permitió a Cuvier extender el sistema de clasificación a los fósiles. Pensaba que cada ser extinto podía ser incluido en uno de sus cuatro tipos, a pesar de que no fueran muy parecidos a ninguno de los seres vivos actuales”.

Para ese entonces ya se contaba con el método propuesto por Linneo, aunque Cuvier elaboró un nuevo esquema de clasificación, que tomaba en cuenta la estructura interna de los seres y, sobre todo, la función que cumplían los diferentes órganos. A partir de estas observaciones planteó dividir a los animales en cuatro grandes grupos: vertebrados, moluscos, articulados y radiados.

Martínez Medina acota que uno de los principios que aplicó Cuvier “fue que todas las partes del cuerpo de un animal están relacionadas entre sí y forman un todo coordinado. Por ejemplo, la depredación implica un cierto tipo de dentición, un tubo digestivo capaz de asimilar la carne y miembros que permitan una locomoción adaptada a esa dieta”.

A propósito de estas ideas, varios comentaristas relatan que en cierta ocasión, uno de los alumnos de Cuvier quiso dar un susto al profesor disfrazándose de diablo. El naturalista se encontraba durmiendo en su habitación cuando recibió la visita del supuesto demonio que exclamaba: “Cuvier, Cuvier, he venido a comerte”. Sin embargo, al verlo, Cuvier se limitó a responder lo siguiente: “Todos los seres con cuernos y pezuñas son herbívoros, no podrías comerme”. Y sin hacer mayor caso del supuesto demonio devorador de naturalistas, el científico volvió a entregarse al sueño.

¿Qué fue de los gigantes?

Volvamos a nuestras historias sobre humanos gigantes. De rato en rato, gracias a alguna excavación, o al trabajo en las minas, salían a la luz enormes huesos que despertaban la imaginación de sus descubridores. ¿A quién podían corresponder esos restos?

Como veíamos al inicio de esta historia de la ciencia, desde la Antigüedad se atribuían esas piezas a seres humanos gigantes. Pero si así fuera, ¿qué había sido de esos enigmáticos personajes?, ¿por qué ya no los había? A Cuvier debemos una respuesta que fue revolucionaria en su momento.

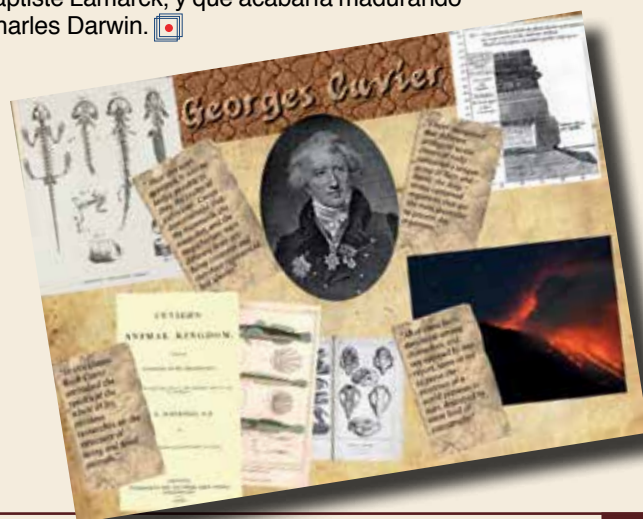
Como parte de sus investigaciones, había reconstruido los esqueletos fosilizados de varios animales de los que

ya no se tenían noticias. Uno de los más espectaculares fue el del pterodáctilo, que correctamente identificó como un reptil volador. Otro caso fue el del llamado animal

de Ohio, cuyos huesos fueron enviados desde América por una partida militar que había explorado lo que ahora es el Medio Oeste de Estados Unidos. Lo que más llamó la atención de Cuvier de este espécimen fue la dentadura, que mostraba un aspecto similar al de los mamuts, otro de los animales que causaba sensación en los gabinetes de los naturalistas. Sin embargo, el animal de Ohio presentaba algunas singularidades. Cuvier lo examinó y concluyó que eran especies distintas, bautizándolo como mastodonte, que significa “dientes de pezón”.

De inmediato, la comunidad científica se planteó si aún había mastodontes en las planicies norteamericanas. Y aunque las autoridades destinaron recursos para dar con el animal, nunca fue encontrado un solo ejemplar. No había de otra: se había extinguido. Pero esa hipótesis fue duramente rebatida por un sector que se negaba a tomar esa posibilidad. Debemos considerar que la idea de la extinción era casi un sacrilegio, tomando en cuenta el papel dominante de las ideas religiosas en la época.

A pesar de esta reticencia, Georges Cuvier planteó una cuestión que fue revolucionaria en su momento: las especies desaparecían. ¿Cuvier fue un conservador revolucionario o un revolucionario conservador? Y es que a pesar de su propuesta, se negó a aceptar a la evolución como la respuesta a las modificaciones de las especies, una idea que en el ámbito francés había propuesto Jean-Baptiste Lamarck, y que acabaría madurando Charles Darwin. 



La ciencia del sueño

Diego Calb y Ana Moreno,
Siglo XXI Editores, colección Ciencia que ladra...,
Buenos Aires, 2013.

Yassir Zárate Méndez

Dormir y soñar son dos actividades estrechamente emparentadas, como nos explican Diego Calb y Ana Moreno. Sin permitirse un solo bostezo ni aburrirnos en ningún momento, nos explican los mecanismos y procesos que nos llevan a cerrar los ojos y dejarnos caer en las profundidades del sueño, ese territorio fascinante y misterioso, que ha llamado la atención de todas las culturas.



Ambos autores, sin faltar al rigor exigido por la ciencia, nos ofrecen una descripción sucinta de la anatomía del sueño. La narrativa es aderezada con notas de humorismo que aligeran la lectura, pero sin descuidar la precisión.

En la primera parte del libro, y sin entrar en detalles, presentan cuatro de las teorías postuladas para entender el porqué del sueño. Con una pincelada trazan el perfil de las teorías de la conservación de la energía, la restauradora, de la plasticidad neuronal y de la inactividad.

A continuación, se embarcan en la tarea de describir el proceso del sueño, que implica al menos cuatro etapas hasta desembocar en el conocido REM (o MOR, es decir, movimiento ocular rápido).

El libro se nutre de cientos de investigaciones relacionadas con la fisiología, la química y la medicina del sueño, una actividad que es indispensable para cualquier animal. Como evidencian los autores, se ha llegado a demostrar que la falta de sueño ocasiona serios daños en el organismo, que incluso pueden desembocar en la muerte.

Además, el relato se salpimenta con anécdotas que refieren la estrecha relación del arte con el sueño; numerosas obras literarias, pictóricas y cinematográficas tienen a esta actividad como eje temático. Obras como *La metamorfosis* o *El club de la pelea* repasan alguna de las facetas del sueño. ■

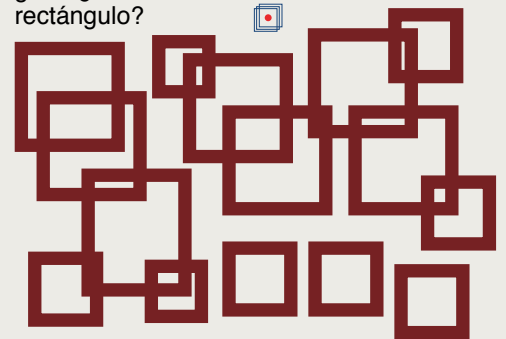
“Todos necesitamos dormir”, afirman en la primera oración del libro. “O al menos todos los animales”, acotan de inmediato. Bajo esta premisa, se sumergen en las aguas profundas de la investigación científica dedicada al sueño.



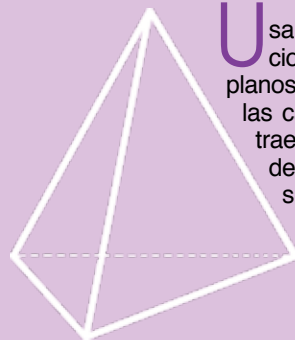
A VER SI PUEDES

Alejandro Illanes Mejía
Instituto de Matemáticas, UNAM

En la pared de la sala de la mamá de Ana Paula había un rectángulo formado por cuadrados de diferentes tamaños y colores. Para limpiarlos, los desmontó y cuando los quiso colocar de nuevo ya no supo cómo hacerlo. Las medidas de los lados de los cuadrados son 3, 12, 21, 24, 27, 30, 42, 45 y 54 centímetros. Después de pensarlo un rato, Ana Paula rehízo el rectángulo. ¿Cuáles son las medidas del rectángulo?



Respuesta al anterior



Usando el espacio de los cuatro planos que contienen las caras de un tetraedro, el número de regiones resultantes es 15.

¡Gánate un libro!

Envía la respuesta correcta a
boletin@cic.unam.mx

No importa la fecha, si tu respuesta es correcta, ya ganaste.

Además, síguenos en Facebook



Boletín El faro UNAM



El faro
avisa



Búscala todos los meses
en puestos de periódicos, en
locales cerrados o la versión
digital en www.mipeiper.com
Revista editada por la
Dirección General de
Divulgación de la Ciencia
de la UNAM

www.comoves.unam.mx



revistacomoves



NOV 22-23 2016

En **UNiVERSUM**

Museo de las Ciencias de la UNAM

Para más información visita:
www.agua.unam.mx/7moEncuentro

f Agua UNAM
@agua.unam

Red del agua UNAM
@Agua_UNAM

